

# VU Research Portal

## How functional trait diversity, invertebrates and time interactively drive variation in tree litter decomposition rates

Guo, C.

2020

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

Guo, C. (2020). *How functional trait diversity, invertebrates and time interactively drive variation in tree litter decomposition rates*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

## Samenvatting

De decompositie (afbraak) van dood plantenmateriaal is een cruciaal proces in de kringlopen van nutriënten en koolstof in terrestrische ecosystemen. Ongeveer 36-72 Pg koolstof wordt wereldwijd gerecycled via houtafbraak en 70-80% van de plantaardige stikstof wordt via de afbraak van strooisel teruggevoerd naar de bodem. Bovendien ondersteunt dood plantenmateriaal een geweldige diversiteit aan organismen in voedselwebben, d.w.z. bacteriën, schimmels, protozoën, ongewervelde dieren en gewervelde dieren, als habitat en als voedselbron. Binnen een bepaald gebied zijn de kwaliteit van dood plantenmateriaal en de afbrekende organismen de kritische biotische factoren voor het decompositieproces. Het is echter nog onduidelijk wat de effecten zijn van biotische interacties tussen verschillende soorten bladstrooisel, en tussen dood hout of bladstrooisel en ongewervelde dieren, op de afbraaksnelheden. Vooral onduidelijk is hoe deze interacties variëren op verschillende tijdschalen, van seizoenen tot zeer lange tijdschaal waarin zelfs evolutie van planteigenschappen mogelijk is. Om dit hiaat in de literatuur op te vullen, heeft dit proefschrift vier specifieke hoofdonderzoeksvragen gesteld: (1) Hoe beïnvloedt de diversiteit van kenmerken van bladstrooisel van altijdgroene en bladverliezende boomsoorten, via hun onderlinge interacties, de decompositie en nutriëntendynamiek in vochtig subtropisch bos? (2) Wat is de bijdrage van bladstrooisel van schaars voorkomende boomsoorten met speciale bladkenmerken aan de afbraak van de strooisellaag in dergelijk bos? (3) Hoe beïnvloeden interacties tussen strooiselkwaliteit en ongewervelde dieren de afbraak van strooisel door de tijd heen? (4) Zijn er positieve feedbacks tussen functionele (eigenschaps-)diversiteit van bomen, termietenpopulaties en dood hout; en zouden dergelijke feedbacks de populaties van gewervelde predatoren kunnen beïnvloeden?

Om deze onderzoeksvragen (RQ) te beantwoorden, richtten hoofdstukken 2 (RQ 1) en 3 (RQ2) zich op de effecten van planteigenschappen, via strooiseleigenschappen, op de interacties tussen dode bladeren van groenblijvende en bladverliezende boomsoorten op de afbraak van strooiselmengsels, dat wil zeggen hoe soorten met verschillende functionele eigenschappen elkaar beïnvloeden en daarmee de afbraak stimuleren. Dit werd experimenteel onderzocht in de subtropische bossen van China. De resultaten van hoofdstuk 2 toonden opmerkelijke positieve niet-additieve effecten van strooiselmengsels op de afbraak van strooisel. De grootte van het niet-additieve menneffect (vergeleken met verwachte waarden op basis van strooisels van de individuele soorten) op de afbraaksnelheid en nutriënten-afgifte toonde een hyperbole (bultvormige) relatie met de gemiddelde verhouding van stikstof (N) tot fosfor (P) van het strooiselmengsel (N/P stoichiometrie), waarbij de relatieve massa van iedere soort in rekening was gebracht. De strooiselmengsels met de hoogste functionele diversiteit ("evenness") van N/P-stoichiometrie gaven de grootste omvang van niet-additieve effecten van het strooiselmengsel. Dit verschijnsel werd verklaard door een combinatie van N-overdracht van strooisel van groenblijvende soorten met een hoge N/P-verhouding naar bladverliezende soorten met een lage N/P-verhouding; en door het stimuleren van de afbraak van groenblijvende soorten door hoge microbiële activiteit in snel afbrekend strooisel van bladverliezende soorten. Hoofdstuk 2 toonde dus empirisch aan dat verschillen in N/P-stoichiometrie tussen dode bladeren van groenblijvende en bladverliezende soorten een grote rol spelen in hun afbraaksnelheid en de daarmee samenhangende afgifte van nutriënten. Hoofdstuk 3 benadrukte het belang van verschillen in bladeigenschappen ("trait dissimilarity") van ondergeschikte bladverliezende soorten binnen een overwegend groenblijvend bosecosysteem voor de afbraaksnelheid van bladstrooisel. De resultaten van hoofdstuk 3 lieten zien dat bladverliezende ondergeschikten in het subtropische bos sterk contrasterende nutriënten- en wateropslagkenmerken hadden in vergelijking met de dominante groenblijvende boomsoorten. Daardoor weken de afbraaksnelheden van de strooisellaag sterk af van de waarden die verwacht zouden worden op basis van de afbraaksnelheden (gewogen voor hun relatieve voorkomen in het bos) van de groenblijvende dominante soorten alleen. Dit verschijnsel hing wel af van het successiestadium van het bos; het trad op in het middelste- en late, maar niet in het vroege successiestadium. Bij het toevoegen van bladverliezende ondergeschikten aan de vooraf berekende verwachte waarde was er geen verschil meer tussen de verwachte en waargenomen afbraaksnelheid van de strooisellaag in opeenvolgende stadia. Kortom, bladverliezende ondergeschikten verklaarden 7veel meer van de totale variatie in de afbraaksnelheid van de strooisellaag dan verwacht zou worden op grond van hun zeer lage bijdrage aan de massa van de strooisellaag in groenblijvende subtropische bossen.

De hoofdstukken 4 (RQ3) en 5 (RQ4) waren gericht op de effecten van boomkenmerken, via die van dood plantenmateriaal, op het tijds patroon van interacties tussen planten en hun afbrekers.

Met andere woorden: hoe de functionele eigenschappen van boomsoorten, via de voedselvoorkeuren van ongewervelde detritivoren, in de loop van het decompositietraject de afbraak van dood plantenmateriaal bepalen. Ook dit onderzoeksthema werd experimenteel aangepakt in de subtropische bossen van China. Hoofdstuk 4 introduceerde de fenologie (tijds patroon) van ongewervelde dieren in een conceptueel model waarin het relatieve massaverlies van strooisel van verschillende boomsoorten veranderde door de tijd, door de interactie met een ongewervelde. De resultaten van hoofdstuk 4 toonden aan dat de waarden van de boomsoorten langs het "bladeconomiespectrum" (LES), als een geïntegreerde maat voor de kwaliteit van het bladstrooisel, een goede voorspeller waren voor afbraaksnelheid. Dit was het geval vroeg in het afbraakproces, toen er nog weinig ongewervelde detritivoren aanwezig waren in de strooisellaag. Met de ongewervelde consumenten, te weten mottenlarven die later in het afbraakproces een hoge populatiepiek bereikten, was door hun consumptie de strooiselafbraak het hoogste van die soorten die aanvankelijk een gemiddelde kwaliteit hadden maar inmiddels een hogere kwaliteit hadden bereikt voor de larven. Dit veranderde de rangschikking van afbraaksnelheid van de boomsoorten langs de LES door de tijd. Dit betekende dat er een soort negatieve terugkoppeling was van de ongewervelden op het cumulatieve massaverlies van strooisels langs de initiële LES-as. Hierdoor was de positieve hellingshoek van cumulatief massaverlies uitgezet tegen initiële strooiselkwaliteit van de soorten minder steil dan zonder de larvenuitbraak zou worden verwacht. Hoofdstuk 5 introduceerde een tijds patroon in een conceptueel model van de positieve feedback van (dood hout etende) termieten, (termieten etende) schubdierpopulaties en afbraaksnelheid van dood hout van verschillende boomsoorten. De resultaten van Hoofdstuk 5 lieten zien dat er een positieve lineaire relatie was tussen het massaverlies van grof dood hout als functie van de initiële houtkwaliteit van diverse boomsoorten (houteconomiespectrum, WES), zowel met als zonder termieten, althans in de eerste 12 maanden van experimentele incubatie. Bovendien verhoogden termieten de hellingshoek van deze relatie in beide onderzoekslocaties. In de periode tussen 12 en 18 maanden bereikten de termieten echter een consumptiepiek bij die soorten dood hout die aanvankelijk van gemiddelde kwaliteit waren geweest (maar ondertussen in houtkwaliteit waren toegenomen, zie hoofdstuk 4). Hierdoor nam het massaverlies van deze soorten toe, wat leidde tot een bultvormige relatie (zie hoofdstuk 4) van massaverlies uitgezet tegen de initiële WES. Deze verschuiving in termietenvoorkeur voor dode houtsoorten langs de WES wees op complementaire voedselbeschikbaarheid voor termieten door de tijd heen, waardoor termietenpopulaties werden bevorderd. Hiermee konden de termietenpopulaties op hun beurt door de tijd heen de populaties van bedreigde schubdieren ondersteunen. Hoofdstuk 5 benadrukte dat, terwijl zowel "top-down" als "bottom-up" krachten gelijktijdig de termietenpopulaties bepaalden, het uiteindelijk de functionele boomdiversiteit was, via houtkenmerken, die hielp om (via termieten) schubdierenpopulaties in stand te houden, evenals de koolstofomzet in de bossen door de tijd heen. De hoofdstukken 4 en 5 dragen samen bij aan het begrip van de gecombineerde rol van planteigenschappen, bodemdieren en tijd in de koolstof- en nutriëntenkringloop van ecosystemen.

Dit proefschrift richtte zich op het onderzoeken van de belangrijke rol van functionele diversiteit van planten in het afbraakproces van dood plantenmateriaal in subtropisch bos op verschillende tijdschalen: van verschillende soorten strategieën (bijv. groenblijvend versus bladverliezend) als gevolg van evolutionaire aanpassing op een zeer lange tijdschaal, tot de korte tijdschaal van seizoensdynamiek van levenscycli van ongewervelde dieren. Dit proefschrift introduceerde een expliciete tijdsdimensie in onderzoek naar decompositie, vooral wat betreft interactie tussen functionele eigenschappen van planten en hun afbrekers, evenals in voedselwebben tot en met predatoren. Deze focus op tijds patronen heeft een nieuw perspectief opgeleverd om de mechanismen die het afbraakproces aansturen verder te begrijpen. Er is echter verder onderzoek nodig naar de resterende kennislacunes om ons begrip van de interacties tussen de diversiteit van functionele eigenschappen van planten en verschillende diergroepen m.b.t. afbraak, geassocieerd met verschillende afbraakfasen (tijdsdimensie), te vergroten; hoe is hun feedback, en hoe vullen deze verschillende interacties elkaar aan of antagoneren ze met elkaar om het hele afbraakproces op boscossysteemniveau te versnellen of te vertragen? In het algemeen zou ecosysteem-onderzoek baat hebben bij een sterkere focus op tijds patronen om de interacties van functionele diversiteit en afbraak van planten en hun geassocieerde dieren in voedselwebben op koolstof- en nutriëntenkringlopen beter te begrijpen.